



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 103 02 089.6

Anmeldetag: 17. Januar 2003

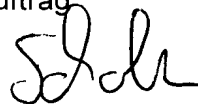
Anmelder/Inhaber: Hilti AG, Schaan/LI

Bezeichnung: Schlagende Elektrohandwerkzeugmaschine

IPC: B 25 D, B 25 F

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 8. Oktober 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag



Scholz

Hilti Aktiengesellschaft in Schaan
Fürstentum Liechtenstein

5

Schlagende Elektrohandwerkzeugmaschine

Die Erfindung bezeichnet eine zumindest teilweise schlagende Elektrohandwerkzeugmaschine, insbesondere einen Meisselhammer oder Nadelhammer.

10

Üblicherweise sind die Schlagwerke von schlagenden Elektrohandwerkzeugmaschinen mit einem hinteren Handgriff als pneumatische Schlagwerke mit einem längs eines Führungszylinders zumindest stückweise fliegenden Flugkolben ausgebildet, welcher über eine Gasfeder erregt wird, die von einem über einen Elektromotor angetriebenen Erregungsmittel geführt wird. Die Vielzahl der mechanisch bewegten Komponenten zum Antrieb des eigentlichen, den Kraftstoss auf das Stirnende eines Werkzeuges oder eines dazwischen liegenden Döppers erwirkenden, Schlagmittels erhöht wesentlich die passive

15 Masse der Elektrohandwerkzeugmaschine.

20

Nach der US1966446 ist bei einer Elektrohandwerkzeugmaschine das Schlagwerk als axial resonant schwingender Staboszillator ausgebildet, welcher in der Mitte an einem Schwingungsknoten gelagert ist und dort von einem mit Wechselstrom gespeisten Piezoelement zu Schwingungen von ca. 16kHz erregt wird. Eine derartige Anordnung führt selbst bei einer Anregung im Ultraschallbereich zu einer notwendigen Länge, welche für eine Elektrohandwerkzeugmaschine nicht geeignet ist.

25

30

Nach der US3683470 weist eine ultraschallunterstützte schlagende Elektrohandwerkzeugmaschine einen in sich druckvorgespannten Piezoaktor als alleinige Erregung auf. Die durch den Nutzer gegen das Werkstück angepresste Elektrohandwerkzeugmaschine führt im Ergebnis der Erregung als Ganzes eine resonante niederfrequente Grundschiwingung von ca. 50 Hz aus, welche sich aus der Masse der Elektrohandwerkzeugmaschine und der effektiven Federkonstanten des Hand-Arm-Systems des Nutzers bestimmt. Während ca. 1/3 dieser Grundschiwingungsperiode wird im, dem Werkstück zugewandten, Totpunkt dieser Bewegung eine Ultraschallanregung von ca. 10kHz überlagert, welche von dem Piezoaktor erzeugt wird. Ein insbesondere beim Meisseln von spröden Materialien wie Beton oder Mauerwerk notwendiger, hochenergetischer Kraftstoss wird durch das Ultraschallpaket nicht erregt.

Nach der EP1060798 sind moderne, in sich druckvorgespannte, Piezoaktoren zur Erzeugung hochenergetischer axialer longitudinaler Körperschallschwingungen sowie gleichzeitig als Vibrationssensoren geeignet.

5 Nach der DE19830415A1 arbeitet ein schlagendes und drehendes Impulsschlagwerk zum Treiben einer Sonde durch das Erdreich mit einem hochenergetischen Piezoelement. Das Piezoelement dehnt sich bei Anlegen eines Spannungsimpulses in Bruchteilen einer Sekunde um ein gewisses Mass aus. Dieses plötzliche Ausdehnen wird einerseits dazu benutzt, einen Impuls auf einen Amboss auszuüben, und andererseits dazu, einen Flugkolben in rückwärtiger Richtung gegen eine zum Gehäuse vorgespannte Feder zu
10 beschleunigen. Der Flugkolben erhält somit eine kinetische Energie, die in der Feder gespeichert und anschliessend wieder auf den Flugkolben entladen wird. Der Flugkolben übt dann über das Piezoelement einen Kraftstoss auf den Amboss aus. Dieser Kraftstoss wird am Piezoelement elektrisch detektiert, um adaptiv die nächste elektrische Aktivierung des Piezoelementes auszulösen, wodurch das Impulsschlagwerk selbsterregt wird. Eine zum
15 hinteren Gehäuse vorgespannte Feder zum Flugkolben führt notwendig zu starken Gehäuseschwingungen, welche bei Elektrohandwerkzeugmaschinen insbesondere am hinteren Handgriff unterbunden werden müssen.

Die Aufgabe besteht in der Realisierung einer Elektrohandwerkzeugmaschine, welche ohne starke Gehäuseschwingungen am hinteren Handgriff hochenergetische Kraftstösse am
20 Werkzeug erzeugt.

Die Aufgabe wird im Wesentlichen durch die Merkmale der unabhängigen Ansprüche gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Im Wesentlichen ist bei einer längs einer Schlagachse schlagenden Elektrohandwerkzeugmaschine mit einem Werkzeug vorn, einem Schlagwerk mit einem
25 Schlagmittel zum Erzeugen von Kraftstössen auf das Werkzeug, einem das Schlagwerk umfassenden Gehäuse und einem daran festgelegten Handgriff, das Schlagmittel ein mit einer Spannungsimpulserzeugungseinheit verbundener hochenergetischer Piezoaktor, welcher hinten fest mit dem Gehäuse verbunden ist.

Durch das hinten mit dem Piezoaktor fest verbundene Gehäuse, welches radial aussen das
30 Schlagwerk nach vorn umfasst, bildet dieses mit dem koaxial inneren Piezoaktor einen am gemeinsamen hinteren Ende schwingungsgekoppelten Longitudinalwellenresonator aus, welcher bezüglich eines Stabresonators eine halbe Länge aufweist.

Vorteilhaft ist der Handgriff an einem Longitudinaldehnungsschwingungsknoten des Gehäuses festgelegt, wodurch dieser möglichst schwingungsarm nahe einem Schwingungsmittelpunkt wie dem Schwerpunkt anordenbar ist.

- 5 Vorteilhaft ist der Handgriff über ein, weiter vorteilhaft auf den Schwingungsmodus optimal dämpfend abgestimmtes, Dämpfungsmittel mit dem Gehäuse verbunden, wodurch restliche Vibrationen zusätzlich gedämpft werden.

Vorteilhaft ist der Handgriff als ein Handgriffbügel mit einem hinteren Hauptgriffbereich und einem seitlichen Nebengriffbereich ausgebildet, wodurch bei leichter Bauweise schwingungsarm eine beidhändige Führung möglich ist.

- 10 Vorteilhaft ist der Piezoaktor mit Federmitteln längs der Schlagachse entgegen seiner Stossdeformation vorgespannt, weiter vorteilhaft mit zumindest zwei verschiedenen Federkonstanten längs des Federweges, wodurch in einem Anfangsdeformationsbereich nur eine geringe Arbeit des Piezoaktors gegen die Vorspannung geleistet werden muss, in einem Enddeformationsbereich grösserer Deformation hingegen viel Arbeit, wodurch eine
15 kritische Deformation verhindert wird.

- Vorteilhaft ist das schwingsgekoppelte Piezoaktor-Gehäuse-System, weiter vorteilhaft durch eine entsprechende konstruktiv optimierte Gehäusesteifigkeit zu einer weitgehend vorgegebenen Massenverteilung des Gehäuses der Elektrohandwerkzeugmaschine inklusive Werkzeugaufnahme, gemeinsam auf die erste Longitudinaleigenschwingung des
20 Piezoaktors abgestimmt, wodurch beide Teile entgegengesetzt zueinander orientiert schwingen und somit die bei dem vom Piezoaktor erregten Kraftstoss auftretende, rückseitige Druckkomponente des Piezoaktors mit der Zugkomponente des Gehäuses kompensiert wird.

- Vorteilhaft weist die Spannungsimpulserzeugungseinheit einen Steuereingang auf, der mit
25 einem Deformationssensor, weiter vorteilhaft mit dem Piezoaktor selbst, verbunden ist, wodurch der Zeitpunkt der Impulserzeugung mit der Eigenschwingung des Piezoaktor-Gehäuse-Systems getriggert werden kann und somit eine Selbsterregung des Schlagwerkes möglich ist.

- Vorteilhaft weist die Spannungsimpulserzeugungseinheit einen Zähler auf, wodurch nur bei
30 einem, weiter vorteilhaft vorwählbaren, ganzzahligen Vielfachen der Eigenschwingung eine Impulserzeugung erfolgt, wodurch die mittlere Schlagleistung steuerbar ist.

Vorteilhaft weist die Spannungsimpulserzeugungseinheit eine Recheneinheit mit berechenbaren Schlagsteuerfunktionen in Abhängigkeit von den über die Spannungsimpulserzeugungseinheit detektierten Schwingungsparametern wie Frequenz, Phase, Dämpfung und Amplitude auf, wodurch bspw. in Abhängigkeit des über die Schwingungsparameter bestimmten Werkstückes von der Recheneinheit eine optimale Schlagsteuerung erfolgt, bspw. ein automatisches Abschalten bei der Detektion von in Beton eingeschlossenem Armierungsseisen als Werkstück.

Die Erfindung wird bezüglich eines vorteilhaften Ausführungsbeispiels näher erläutert mit:

Fig. 1 als Prinzip der Handwerkzeugmaschine

Fig. 2 als Einzelheit eines Meisselhammers

Nach Fig. 1 weist eine längs einer Schlagachse A schlagende Elektrohandwerkzeugmaschine ein vorderseitiges Werkzeug 1, ein Schlagwerk 2 mit einem Schlagmittel 3 und einem zwischenliegenden Döpper 4 auf. An einem das Schlagwerk 2 umfassendens Gehäuse 5 ist ein Handgriff 6 festgelegt. Das Schlagmittel 3 ist ein mit einer Spannungsimpulserzeugungseinheit 7 verbundener hochenergetischer Piezoaktor, welcher rückseitig fest mit dem Gehäuse 5 verbunden ist. Der als ein Handgriffbügel mit einem hinteren Hauptgriffbereich 8a und einem seitlichen Nebengriffbereich 8b ausgebildete Handgriff 6 ist im Bereich des Schwerpunktes S an einem Longitudinaldehnungsschwingungsknoten des Gehäuses 5 über ein als Gummipuffer ausgebildetes Dämpfungsmittel 9 mit dem Gehäuse 5 verbunden. Die Spannungsimpulserzeugungseinheit 7 weist einen Steuereingang 10 auf, der mit einem Deformationssensor 11 zur Erfassung des Schwingungszustandes zu einem Zeitpunkt t verbunden ist, welcher durch eine einzelne Piezoscheibe im Piezoaktor selbst ausgebildet ist. Zudem weist die Spannungsimpulserzeugungseinheit 7 einen Zähler 12 für die Schwingungsanzahl n der detektierten Eigenschwingungen und eine Recheneinheit 13 mit Schlagsteuerfunktionen für den Spannungsimpuls $U = U(t, n, f, \varphi, d, A)$ in Abhängigkeit von den über den Deformationssensor 11 und die Spannungsimpulserzeugungseinheit 7 detektierten Schwingungsparametern wie Frequenz f, Phase φ , Dämpfung d und Amplitude A auf.

Da im genährten Modellfall einer gedämpften erzwungenen Schwingung sich bei einer Abweichung von der Resonanzbedingung die Amplitude A und die Phase φ stark ändert, ist aus diesen beiden Parametern eine Nachregelung der momentanen Frequenz f in Richtung zu einer Resonanz hin in üblicher Weise möglich. Die sich bei einer derartige Verstimmung

der Resonanz ermittelte Dämpfung ist bei optimalem Energieeintrag über das Werkzeug in das Werkstück maximal, wodurch ein Messkriterium für den Untergrund, bspw. stark dämpfend für Beton bzw. kaum dämpfend für eine Stahllarmierung im Beton, sowie ein Steuerparameter für die Schlagleistung ableitbar ist, welcher bspw. die beim Auftreffen auf eine Stahllarmierung im Beton die Schlagleistung wesentlich reduziert.

Nach Fig. 2 ist bei einem Meisselhammer der Piezoaktor mit zwei längs eines Federweges X mit verschiedenen Federkonstanten vorgespannten Federmitteln 14a, 14b in Form einer Tellerfeder und eines diesbezüglich steiferen Hartgummirings längs der Schlagachse A entgegen seiner Stossdeformation vorgespannt. Das schwingungsgekoppelte Piezoaktor-Gehäuse-System inklusive Werkzeugaufnahme 15 ist durch eine mit Dehnungszonen 16 konstruktiv optimierte Gehäusesteifigkeit auf die erste Longitudinaleigenschwingung des Piezoaktors abgestimmt.

PATENTANSPRÜCHE

1. Elektrohandwerkzeugmaschine zum zumindest teilweise schlagenden Antrieb eines Werkzeuges (1) längs einer Schlagachse (A), einem Schlagwerk (2) mit einem Schlagmittel (3) zum Erzeugen von Kraftstößen auf das vorderseitig angeordnete Werkzeug (1) und
5 einem das Schlagwerk (2) umfassenden Gehäuse (5) mit einem daran festgelegten Handgriff (6), dadurch gekennzeichnet, dass das Schlagmittel (3) ein mit einer Spannungsimpulserzeugungseinheit (7) verbundener hochenergetischer Piezoaktor ist, welcher rückseitig fest mit dem Gehäuse (5) verbunden ist.
2. Elektrohandwerkzeugmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der
10 Handgriff (6) an einem Longitudinaldehnungsschwingungsknoten des Gehäuses (5) festgelegt ist.
3. Elektrohandwerkzeugmaschine nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Handgriff (6) über ein, optional auf den Schwingungsmodus optimal dämpfend abgestimmtes, Dämpfungsmittel (9) mit dem Gehäuse (5) verbunden ist.
- 15 4. Elektrohandwerkzeugmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Handgriff (6) als ein Handgriffbügel mit einem hinteren Hauptgriffbereich (8a) und einem seitlichen Nebengriffbereich (8b) ausgebildet ist.
5. Elektrohandwerkzeugmaschine nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Piezoaktor mit Federmitteln (14a, 14b) längs der Schlagachse (A)
20 entgegen seiner Stossdeformation vorgespannt ist, optional mit zumindest zwei verschiedenen Federkonstanten längs eines Federweges (X).
6. Elektrohandwerkzeugmaschine nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein schwingungsgekoppeltes Piezoaktor-Gehäuse-System gemeinsam auf die erste Longitudinaleigenschwingung des Piezoaktors abgestimmt ist.
- 25 7. Elektrohandwerkzeugmaschine nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Spannungsimpulserzeugungseinheit (7) einen Steuereingang (10) aufweist, der mit einem Deformationssensor (11), optional mit dem Piezoaktor selbst, verbunden ist.

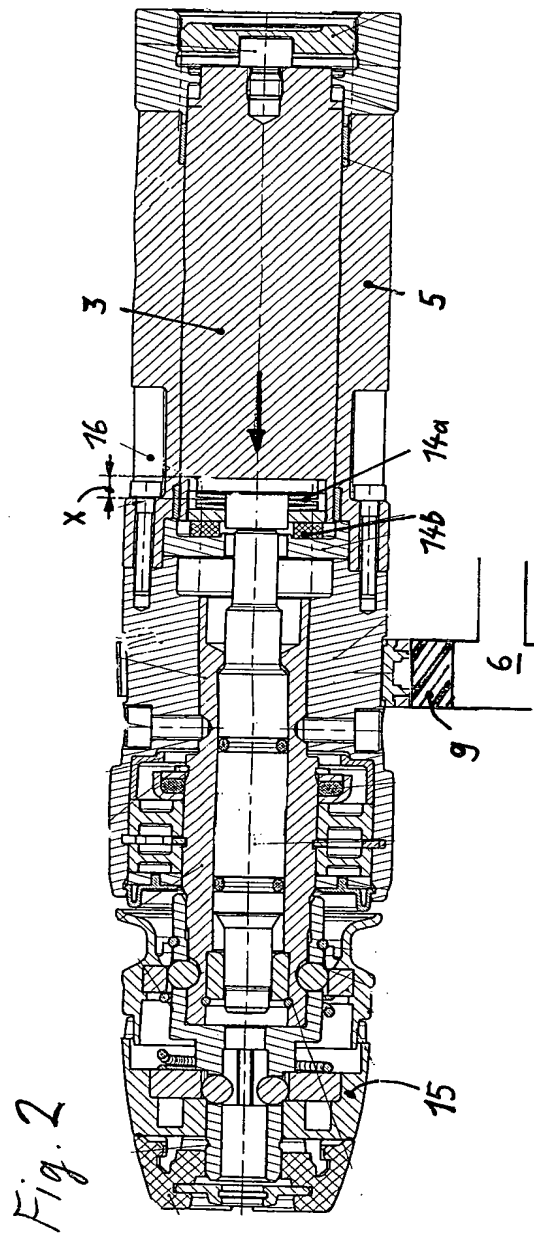
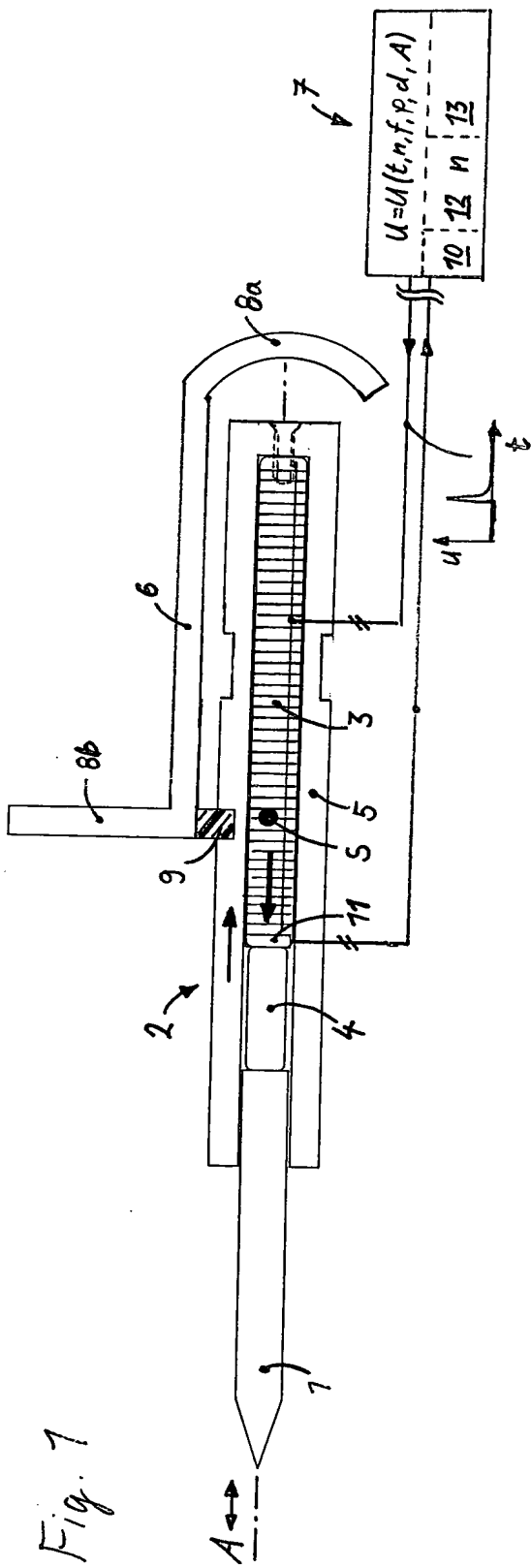
8. Elektrohandwerkzeugmaschine nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Spannungsimpulserzeugungseinheit (7) einen Zähler (12) aufweist, welcher die Impulserzeugung steuert.

5 9. Elektrohandwerkzeugmaschine nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Spannungsimpulserzeugungseinheit (7) eine Recheneinheit (13) mit berechenbaren Schlagsteuerfunktionen in Abhängigkeit von den detektierten Schwingungsparametern aufweist.

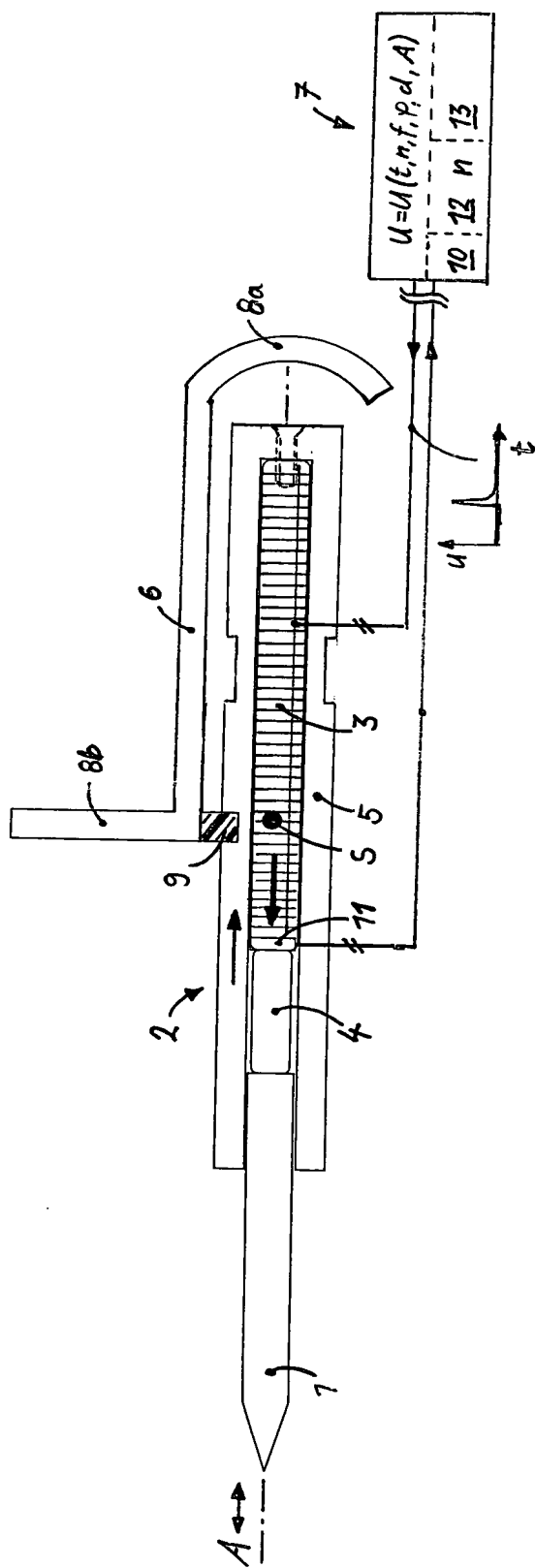
ZUSAMMENFASSUNG

5 Eine Elektrohandwerkzeugmaschine zum zumindest teilweise schlagenden Antrieb eines Werkzeuges (1) längs einer Schlagachse (A), einem Schlagwerk (2) mit einem Schlagmittel (3) zum Erzeugen von Kraftstößen auf das vorderseitig angeordnete Werkzeug (1) und einem das Schlagwerk (2) umfassenden Gehäuse (5) mit einem daran festgelegten Handgriff (6), wobei das Schlagmittel (3) ein mit einer Spannungsimpulserzeugungseinheit (7) verbundener hochenergetischer Piezoaktor ist, welcher rückseitig fest mit dem Gehäuse (5) verbunden ist.

(FIG.1)



BEST AVAILABLE COPY



BEST AVAILABLE COPY